

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-223380

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/02

(21)Application number : 11-019737

(71)Applicant : KOMATSU LTD
KOMATSU ELECTRONIC METALS
CO LTD

(22)Date of filing : 28.01.1999

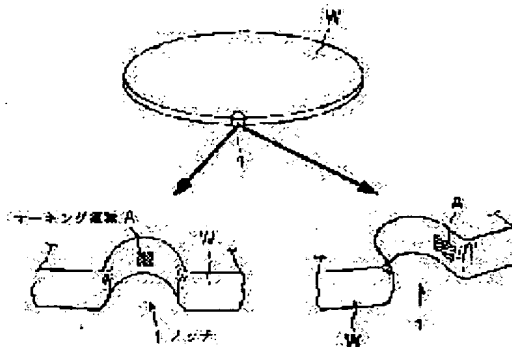
(72)Inventor : CHIBA TEIICHIRO
SATO ETSURO
TACHIKA ATSUSHI

(54) SEMICONDUCTOR WAFER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable past history to be known by wafer units by having the inner wall of a notch formed into the peripheral edge of a semiconductor wafer irradiated with a laser beam of a specified diameter to form a fine dot mark thereon.

SOLUTION: A dot mark is formed on a prescribed region of a notch 1 inner wall of a semiconductor wafer such that a surface roughness R of a slope and an arcuate face of the notch 1 inner wall is set to 1 μm or less, the inclination angle of the slope on the wafer surface is set to be less than 30°, and the marking is applied to a slope on the upper half of the notch 1 and/or a slope on the lower half. A prescribed spot A of the semiconductor wafer W is irradiated with a laser beam which passed through a beam profile converter is restricted by a lens unit to form a fine dot mark in a max. size range of 1-13 μm on the surface thereof.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-223380

(P2000-223380A)

(43)公開日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

データベース(参考)

H 0 1 L 21/02

H 0 1 L 21/02

A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-19737

(22)出願日 平成11年1月28日(1999.1.28)

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(71)出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72)発明者 千葉 貞一郎

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所中央研究所内

(74)代理人 100091948

弁理士 野口 武男

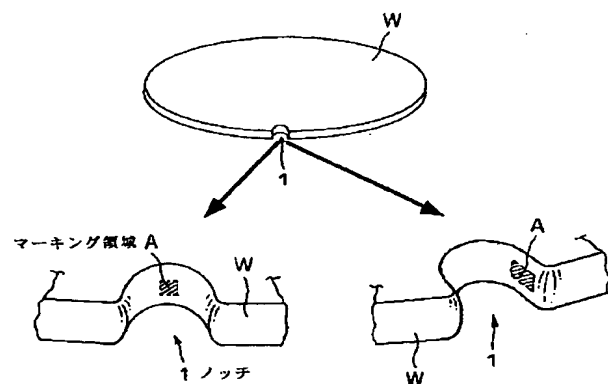
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体ウェハ

(57)【要約】

【課題】半導体ウェハの最も消失しにくく且つウェハカセットに収納した状態で書き込み及び読み取りの可能なマーキング領域を選定して、同領域に識別番号や電気的特性などの情報を刻印し、以降の処理工程や半導体製造工程においてウェハ単位で過去の履歴を把握できるようにしたレーザビーム照射によるドットマークを有する半導体ウェハを提供する。

【解決手段】半導体ウェハ(W)にあって、その外周面に形成されたノッチ(1)の内壁面、特にその周縁傾斜面に径が1~13μmのレーザ照射による微小ドットマークを形成している。



ノッチ部の一部にマーキングがなされた本発明の半導体ウェハを示す説明図

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体ウェハにあって、その外周面に形成されたノッチの内壁面に径が $1 \sim 1.3 \mu\text{m}$ のレーザ照射による微小ドットマークが形成されてなることを特徴とする半導体ウェハ。

【請求項 2】 前記ノッチ内壁面の上下稜線部が、それぞれ傾斜面からなる面取りがなされており、その傾斜面に前記ドットマークが形成されてなる請求項 1 記載の半導体ウェハ。

【請求項 3】 前記傾斜面のウェハ表面に対する傾斜角が 30° 以内である請求項 2 記載の半導体ウェハ。

【請求項 4】 前記傾斜面の表面粗さ R_a が $1 \mu\text{m}$ 以下である請求項 2 記載の半導体ウェハ。

【請求項 5】 前記ドットマークが前記上下傾斜面の少なくともいずれかに形成されてなる請求項 2 記載の半導体ウェハ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体製造工程における加工履歴や製品管理等に用いられるドットマークの形成された半導体ウェハに関し、更に詳しくは半導体ウェハ及びデバイス製造工程において以降の読み取り精度に最も影響が少なく、且つウェハ自体の電気的特性にも影響を与えない領域に形成され、しかも所望の情報量を確保したレーザ照射によるドットマーク付き半導体ウェハに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来も、半導体のウェハメーカやデバイスメーカにおいて、工程管理や生産管理のため、ウェハ表面にバーコードや文字、数字などのマークを施して、それまでの処理条件、加工履歴或いは電気的特性などを知る手掛かりとしている。これらのマーキング装置としてはレーザマーカが多用されている。レーザマーカによるマーキングは、レーザ発振器から放出されるレーザビームを、光学系を通して集光させると同時に、ビームスキャン装置によりウェハ表面の所定領域をスキャンさせて、ウェハ表面を局部的に溶融させ凹凸面を形成して所望の情報を刻印することにより行う。

【0003】 一般に、前記マーキング領域としては、ウェハメーカであればオリエンテーションフラットの近傍や特定のウェハ表面領域であり、デバイスメーカであればチップとなる基板の裏面又はその実装面の一部である。しかるに、これらのマーキング領域にレーザマーキングを施す場合、ウェハであれチップ基板であれマーキングのためのデッドスペースが必要となり歩留りが低下する。また、マークがウェハ表面の一部を溶融させて形成されることから、その溶融時にパーティクルが発生する恐れがあり、しかもマーク周辺に凹凸が形成されることにより、微細パターンを高精度に形成するときの平滑面が損なわれるなどの不具合が指摘されている。

2

【0004】 そこで、従来もこうした不具合を回避すべく、例えば特開昭 59-23512 号公報や特開平 2-175154 号公報に開示されているように、半導体ウェハの外周面（側面）にレーザマーキングを施そうとする試みがなされている。すなわち、前記特開昭 59-23512 号公報のレーザマーキング方法によれば、レーザ発振器から放出されるレーザビームを互いに直交し、その偏角をマーキング文字に応じて偏向する 2 枚のミラーに反射させ、これを集光レンズを通してウェハの外周側面に照射して、文字を連続的に印字するものである。一方、前記特開平 2-175154 号公報のレーザマーキング方法によると、半導体ウェハの裏面中心を真空チャックにより真空吸着したのち、オリエンテーションフラット検出機構により原点を決め、パルスモータを所定角度回転させながら、同パルスモータの回転・停止と連動させてシャッターを開閉し、レーザ発振器より放出するレーザビームを間欠回転するウェハ外周側面に集光させてスポット加熱し、ドットマークを形成している。

【0005】 また、上記公報の他にも、例えば特開平 10-256105 号公報によれば、円盤状の半導体ウェハの全周面に鏡面仕上げによる面取りがなされ、その面取り部に結晶方位判定用のレーザマークと、スペック、製品番号、ウェハ ID 等のレーザマークとを刻印している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、シリコンメーカ内における工程管理にあたって、特にウェハ生産を効率的に行うためには、以下の理由からウェハごとに番号をつけることは望ましい。一般的にウェハの研磨工程、熱処理工程などでは、複数枚のウェハをウェハカセットに収納した状態で一括して管理することは難しく、各処理ごとにウェハカセットに収納された複数枚のウェハをカセットから取り出し、個々に処理したのち再びカセットに収納するため、またその取り出し操作時、各工程間の移送時、或いはカセットへの収納操作時に、ウェハと周辺部材との間で起こる機械的な干渉による割れや欠けが発生しやすく、上述の公報に開示されているように半導体ウェハの周側面にレーザマーキングを施す場合には、前記割れや欠けによるマークの喪失が発生する。

【0007】 また、前記割れや欠けが発生したときの形態や、処理工程ごとに検査される電気的特性などの検査結果に基づき、その都度、グレードごとに分類する必要がある、この分類分けにあたっては作業者のミスなどによって分類違いなどが起きやすい。更に、これらの分類はユーザにより仕様が異なることが多く、煩雑な分類を必要とする。

【0008】 そこで、ウェハ表面に上記工程を経た後であっても判読が可能なマーキングを施すことができ、前記分類にあたっては安易なミスなどの発生を防ぐことができる。しかし、ウェハ表面にレーザマーキング

3

をする場合には、既述したとおりパーティクルの発生源となったり、ウェハの平坦度を犠牲にせざるを得ず、またマーキング部分が結晶歪みの基点となったりといった問題がある。そこで、従来は、個々のウェハごとの管理をせずに、ロット単位で管理したり、或いはウェハカセット単位で管理している。

【0009】一方、通常のレーザマーキングによりウェハ表面に形成されるドットマークの大きさは、その径が $15\mu\text{m}$ が限度であり、それ以上は微小化することができないため、上記各公報に開示されたレーザマーキング方法によりウェハの周側面にマーキングを施す場合に、所望の情報量を刻印しようとするとその周側面の大半が必要となり、これらの情報から必要な情報を採すにはウェハを回転させて検索する必要がある、上記各公報に開示された半導体ウェハにあってはウェハカセットに収納した状態では、所要のレーザマーキングを施すことは不可能であり、当然にそれらのマークの読み取りもできない。

【0010】本発明は、これらの課題を解決すべくなされたものであり、具体的には半導体ウェハの製造工程における出来るだけ早い時期に、個々のウェハの最も消失しにくく且つウェハカセットに収納した状態で書き込み及び読み取りの可能な領域を選定して、同領域に識別番号や電気的特性などの情報を書き込み、以降の処理工程や半導体製造工程においてウェハ単位で過去の履歴を把握できるようにしたレーザマークを有する半導体ウェハを提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成すべく、本発明者等は様々な角度から検討を行った。まず、その1は半導体ウェハにあってレーザマーキングによっても上述の問題が発生せず、同ウェハの製造工程及び半導体の製造工程における多様な加工を経てもマークが消失しにくい領域を選びだすことであり、その2は同領域が必要な量の情報を十分に書き込めるに足る面積を有しているかどうかであり、更にその3としては前記マーキング領域がウェハカセットに収納されたままでウェハに対してマークの書き込み及び読み取りが可能な領域であるか否かである。

【0012】例えば、半導体ウェハの製造工程をとっても、単結晶からなるインゴットを所定の厚さでスライスしたのち、その周面を面取りし、次いでウェハの表裏面をラッピングにより研削して所要の厚さにし、更に化学研磨を施したのち熱処理により裏面に成膜を施し、その後鏡面仕上げ等を経て中間検査ののちに洗浄してから再度検査して、合格品にはその表面にエピタキシャル成長を行っている。

【0013】かかる多数の工程にあって、特に研削や化学研磨による影響が少ない部分はウェハの周側面であることは知られている。しかして、ウェハは上記各工程間

4

をロボットにより把持されて移送される。この移送時に周辺部材と干渉しやすく、この干渉によりウェハのオリエンテーションフラット面を含めて周縁に割れや欠けが生じることが多い。かかるウェハの周縁部にあって、最も機械的な干渉を受けにくい部分は結晶方位などの位置決め用に形成されたノッチの内壁面領域であることを知った。更に、このノッチの内壁面の有利性は、前述の機械的な干渉に止まらず、例えばCMP (Chemical Mechanical Polishing) などの化学機械的研磨処理によっても、殆どその影響を受けない点にある。何となれば、同ノッチの内壁面には処理液が流れはするものの、内壁面に対する外力が作用しないため機械的研磨がなされず、また化学的研磨作用は極く僅かであるに過ぎないと考えられるがためである。

【0014】このノッチの内壁面であれば、レーザマーキングによる上述したようなパーティクルの発生による影響、レーザマークの凹凸面によるパターン形成時の影響、結晶歪みなどによる影響などがなく、更にはCMPによるマーク消失の確率も少ない。一方、このノッチにはウェハの方位を決めるためピンが差し込まれる。従って、ノッチの内壁面にあってもピンとの干渉を避けることはできない。しかし、このノッチ形態はSEMI規格により規定されており、図2に示す形態を有している。

【0015】同図から理解できるように、ノッチは 90° の角度をもって 300mm 径のウェハ周側面から外側に開口し、その底部は曲率半径が 0.9mm 以上である円弧からなり、ウェハ周側面からの深さは $1+0.25\text{mm}$ とされている。一方、このノッチに挿入されるピンの径は最も細いもので 3mm であり、この他に 4mm 径、 5mm 径がある。従って、最も細いピンを挿入する場合にも、ノッチの底部内壁面である前述の円弧面には同ピンが干渉しないことになる。本発明者等は、先ずこの円弧面に着目した。

【0016】次に、前記ノッチの内壁面にあってピンと干渉しない領域を増やすことができないかどうかを検討した。SEMI規格によれば、ウェハの周縁を面取りすることの規定はあるが、ノッチ内壁面に面取りを施すことに関しては何ら規定されていないため、ノッチ内壁面には加工に自由度があることを知った。従って、ノッチの内壁面にあって前記ピンとの干渉を回避するための加工面を形成し、その加工面にマーキングを施せば、所要の情報量をもつマーキングが可能であると考えた。マーキング面をピンと干渉しないようにするには、前記ノッチの上下稜線部に傾斜面からなる面取りを施すことで解決される。

【0017】しかし、前記ノッチの内壁面自体が微小な領域であり、その一部の面取り部分に所要の情報量を書き込むには、マーク自体を微小にする必要がある。そこで、前述の検討と同時に、前述のようにノッチの内壁面の一部である面取り部分に所要の情報量をマーキングす

5

るには、如何なる大きさのマークであれば可能であるかについても検討した。この点に関して、本発明者等は先に特願平9-323080号及び特願平9-323081号として、半導体ウェハ表面にレーザマーカを使って1~15 μ mの大きさの微小なドットマークを形成する方法を提案している。

【0018】このドットマークの形成方法は、ビームホモジナイザによりレーザ発振器から照射されるレーザビームのエネルギー分布を均整化すると共に、1ドットの最大長さが50~2000 μ mである液晶マスクを駆動制御して所望のパターンを形成する。一方、ビームのエネルギー密度分布を変換するビームプロファイル変換手段を前記液晶マスクのドットマトリックスに対応する同一サイズのドットマトリックスにて構成して、前記ビームプロファイル変換手段を前記液晶マスクの前後いずれかに配しておく。前記ビームホモジナイザにより均整化されたレーザビームを前記液晶マスクに照射して、同液晶マスクを透過する各ドット単位のレーザビームを前記ビームプロファイル変換手段を通してエネルギー密度分布を所望の形状に成形したのち、レンズユニットを通して1ドットごとの各レーザビームの最大断面長さを1~10 μ mとなるように縮小し、半導体ウェハの表面に微小なドットマークを刻印する。このときの、前記1ドットマークごとの加工深さ（高さ）は0.01~5 μ mに制御できる。

【0019】ところで、上記ノッチ内壁にあって最も書き込みに適している部分は、直線部分であり、上記SEMI規格書から算出すると、この直線部は最大でも略1mmである。この直線部にSEMI規格によるシングルフォント5 \times 9ドットをもって英数字を書き込む場合に、最小の情報量をカバーするには最小文字数として12文字が必要とされている。このとき、各文字間を1ドット分だけ飛ばして書き込む必要がある。

【0020】したがって、1mmの前記直線部に前記文字を書き込むときの、1ドットの大きさは、 $1000(\mu\text{m}) \div (6[\text{ドット}] \times 12[\text{文字}]) = 13.89(\mu\text{m})$ となる。すなわち、1ドットの大きさは最大でも13.89 μ mであって、それよりも小さいことが必要である。従来では、例えば特開昭59-119820号公報にも記載されているように、通常はせいぜい20~30 μ m程度であって、最近でも一般的には15 μ mのドットマークが刻印できるようになってきているに過ぎない。そのため、従来の一般的なレーザマーキング方法によっては上述の微小な領域に所要の情報量のドットマークを刻印することは不可能であるが、既述したとおり本発明者等によるレーザマーキング方法によれば可能となるものである。しかして、他のマーキング方法によっても微小なドットマークの刻印が可能である場合には、当然にその方法によっても本発明を実施することができ

6

る。

【0021】本件の請求項1に係る発明は、以上の検討により得られたものであり、その構成は半導体ウェハにあって、その外周面に形成されたノッチの内壁面に径が1~13 μ mのレーザ照射による微小ドットマークが形成されてなることを特徴とする半導体ウェハにある。

【0022】しかして、ドットマークを刻印する領域としては、既述したようにノッチの直線部分が最も適しているが、この直線部分は上述のごとくピンと干渉する領域でもある。従って、ノッチの内壁面にあってピンと全く干渉し合わない部分は、その底部の円弧面（最小半径：0.9mm）だけとなる。この円弧面上に文字を書き込もうとすると、横方向にはせいぜい一桁程度のマーキングしかできず、そのためにはこの領域では2Dコードの利用が効果的である。例えば、5 μ m径のドットでマーキングする場合には、18 \times 18ドット（英数字では25文字相当）で横方向が90 μ mとなり、一方向からのレーザ照射による円弧面による刻印深さの変動は最大で3 μ mであって、この場合にも先に提案した本発明者等による上記マーキング方法で十分にカバーすることができる。

【0023】請求項2に係る発明は、前記請求項1記載の構成にあって、前記ノッチ内壁面の上下稜線部を、それぞれ傾斜面からなる面取りをして、その傾斜面に前記ドットマークが形成される。これは、既述したとおりピンとの干渉を回避するためである。本発明にあっては、前記傾斜面の高さ方向の寸法は150 μ mあれば十分であり、例えば横方向の長さを180 μ m、縦方向（高さ方向）の長さを60 μ mからなる矩形領域に5 μ mのドットマークを刻印すると、12 \times 36ドットの総数が刻印できることになり、データマトリックスの2Dコードを利用すれば、ウェハの識別には十分な31文字の情報が十分に刻印できることになる。

【0024】請求項3に係る発明では、前記傾斜面のウェハ表面に対する傾斜角を30°以内と規定している。この規定は、ウェハの欠けや割れを防止し、或いは成膜残りを最小限に抑制するためであり、また本発明のごとくノッチ内壁部の傾斜面であるがため、前記傾斜角を30°より大きくすると、マーキング用の最終に配される加工レンズとの間で干渉してしまうがため、これを避けるためである。

【0025】請求項4に係る発明では、前記傾斜面の表面粗さRaを1 μ m以下と規定している。この表面粗さRとは、粗さ曲線からその中心線の方向に測定長さLの部分抜き取り、この抜き取り部分の中心線をX軸、縦倍率の方向をY軸とし、粗さ曲線を $Y=f(X)$ で表したとき、次式により求められる値を μ mで表す。すなわち、

$$R = \{X=0 \text{ から } L \text{ までの積分 } f(X)\} \div L$$
となる。

7

【0026】近年、ウェハの周縁部における側面形状は、ウェハの欠けや割れを防止する目的で円弧状に形成する傾向がある。これは、本発明のレーザマーキングの対象領域であるノッチの内壁面にあっても同様であり、図3(a)に示すようにこの円弧状断面に対して50 μ mの長さの範囲に上述のような微小な形態をもつドットマークを形成した場合には、曲面のためにそのマーク深さに差が生じる。現在のウェハの厚さは600~800 μ mであることから、その厚さを600 μ mとしたときも前記差は1 μ mであって、もし表面粗さRが1 μ mを越える場合にはドットマークとその周辺の凹凸との間に差別化が図れなくなる。因みに、上述した本発明者等により開発された上記レーザマーキング方法により形成されるドットマークの深さは0.01~5 μ mの範囲で制御できるため、十分に識別できる。

【0027】請求項5に係る発明は、請求項2記載の構成にあって、前記ドットマークを上記上下傾斜面の少なくともいずれかに形成することを規定している。ウェハの製造工程において、最終工程近くでウェハの裏面を大きく研磨してウェハ全体を薄くする工程がある。この裏面の研磨量は数百 μ m程度であって、これに対する表面の研磨量は数 μ mに過ぎない。具体的には、725~775 μ mの厚さを有するウェハに対して、裏面を研磨することにより150~200 μ mの厚さにまで加工している場合もある。従って、裏面側が大きく研磨されることを考慮すると、ドットマークは出来るだけ表面側に形成することが望ましい。

【0028】一方、ウェハの表面側にあっても、上記CMP処理により研磨され、ウェハ表面に刻印される、特にソフトマークにあっては研磨作用のため徐々に印影が掠れてしまい、読み込みが不可能となることがある。また、ウェハの裏面にハードマークを形成すると、マーク周辺の平坦度に影響を及ぼし、露光時の焦点深度に悪影響を与え、或いは塵芥の集積場所や発生源となるといわれている。

【0029】かかる観点から、本発明にあっては上述のごとくノッチの内壁面にドットマークを形成することを特徴とするものであるが、ピンとの干渉をも避けるべく請求項2に記載のようにノッチの上下稜線部に沿って傾斜面からなる面取りを行い、同傾斜面にドットマークを形成している。この場合にも、前述の理由などを考慮するとき、必要に応じてウェハの表面側のノッチ傾斜面にドットマークを形成するか、或いはウェハ裏面側のノッチ傾斜面にドットマークを形成するかを選択する必要がある。通常は、既述したように表面側の傾斜面であってもCMP処理による研磨の影響は大きく受けることがないと考えられるため、ノッチの上部傾斜面にドットマークを形成すれば十分である。ただ、万一を考えた場合にはノッチの下部傾斜面にも同じドットマークを形成しておくことが望ましい。勿論、本発明にあってはノッチの

8

下部傾斜面にだけドットマークを形成することもできる。

【0030】

【発明の実施形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面を参照しながら具体的に説明する。図1は本発明の半導体ウェハにあって、ノッチの内壁面に刻印されるドットマーキング領域を模式的に示す説明図であり、図2はSEMI規格書において規格化されたノッチ形状と同ノッチに挿入されるピンとの関係を示す平面図である。

【0031】本発明にあっては、半導体ウェハのノッチ内周面の所定の領域Aにドットマークを形成することにより、レーザビームの局所的な照射により形成されるドットマークに特有の弊害が発生せず、しかもウェハ製造の段階から半導体のデバイスメーカーにおけるダイシング工程に到るまでの多様な処理工程によっても消失することなく、過去の加工履歴情報がドットマークにより書き込まれた半導体ウェハを提供する。

【0032】前記ドットマークの形成はウェハ製造のできるだけ早い段階で行うことが好ましく、本実施例にあってはウェハ製造工程において最も好ましいタイミングであるノッチの稜線部に対する鏡面面取り工程の直後とした。この工程後から出荷段階まで、前記面取り部分はマーキング時の状態を保持することができ、微小なマークであっても消失することがない。また、前記マーキングは、以降のウェハ製造工程にあって各工程ごとにその加工条件や検査結果をも逐次マーキングすることができるため、直前の検査結果のみならず、それ以前の検査結果をも合せて判断、分類することができる。

【0033】前記検査結果としては、スライス工程の直前及び直後では、導電型、抵抗率、ライフタイム、酸素・炭素濃度、結晶欠陥をドットマークで書き取り、ウェハ表裏面の鏡面加工工程の後は外観・目視、厚み、平坦度が同じくドットマークなどにより書き込むことが望ましいが、スライス工程後になされる化学研磨などの影響を避けるため、本実施例では前記化学研磨工程後にノッチの上下稜線部に沿って鏡面面取りを行い、その面取り直後に、同ノッチの面取り面に第1回目のマーキングを行う。従って、本実施例では前記スライス工程の直前から前記マーキングがなされるまでの間を、例えばウェハカセットごとにロット管理を行い、個々のウェハの検査結果を控えておくことにする。

【0034】ウェハの周縁部における側面形状に関してはSEMIで緩い規定のもとで規格化されているが、ノッチ内部についての形状、表面粗さに関する規定は存在しない。しかし、ノッチの内壁面にマーキングを行うためには、ドットマークの大きさと、そのドットマークに適する内壁面形状及び表面粗さを予め設定しておく必要がある。本実施例にあっては、ノッチ1の内壁面の形状を図3(a)に示すような全体的に外側に膨出する円弧

9

面、同図(b)に示すように中央部を残して上下稜線から外側に下傾斜する傾斜面、同図(c)に示すように中央部を残して上下稜線から外側に下傾斜する円弧面となる形状を採用した。また、前記傾斜面及び円弧面の表面粗さRをそれぞれ $1\mu\text{m}$ 以下に設定している。ここで、本発明におけるノッチ内壁面の傾斜面とは、後述する理由から前記下傾斜面及び各円弧面を総称する。

【0035】本実施例にあっては、ノッチ1の内壁面周縁部の形状を図4に示すごとく設定している。た。すなわち、ノッチ1の前面の垂直面からR3の面取り部分を介してそれぞれが 0.725mm の厚さTをもつウェハWの表裏面に向けて傾斜して立ち上がる傾斜面を形成している。このとき、ウェハ表面側の傾斜面の傾斜角度 θ はウェハWの表裏面に対してそれぞれ 22° とした。この傾斜角度 θ は 30° より小さくすることが必要である。これは、ノッチ1の内壁面にマーキングを行うとき、前記傾斜角度 θ が 30° 以上であると最終の加工レンズとウェハWとが干渉してしまうためである。また、ノッチ1の前面とウェハ表面側の傾斜面の終端との間の水平寸法Lは $0.15\sim 0.45\text{mm}$ とし、ノッチ1の前面とウェハ裏面側の傾斜面の終端との間の水平寸法L'は $0.20\sim 0.50\text{mm}$ としている。これらの水平寸法Lは、前記傾斜面の開始点O、O'とウェハの表裏面との間の距離を変えることにより決まる。

【0036】前記ノッチ1の平面形状は図2に示すとおりであり、平面視でウェハWの側面からノッチ1の底部までの最長寸法は $1\sim 1.25\text{mm}$ であり、底部は円弧面を呈し、その曲率半径は 0.9mm 以上と決められ、同底部から直線的に延びてウェハの側面に開口する開口角度は 90° である。また、前記開口の端縁もR 0.9mm の面取りがなされているため、同ノッチ1の前記底部の円弧面部分を除く直線部分は最大 0.669mm となる。

【0037】このように、ノッチ1の寸法は極めて微小であり、このノッチ1の内壁面にマーキングを施す場合には、自ずとそのマーク寸法も制約を受けることになる。ノッチ1の内壁面にあって最も書き込みに適している部分は、前記直線部分であるが、この直線部分は最大でも略 1mm である。この直線部分にSEMI規格によるシングルフォント 5×9 ドットをもって英数字を書き込むとして、最小の情報量をカバーするには最小文字数として12文字が必要とされている。このとき、各文字間を1ドット分だけ飛ばして書き込む必要がある。そのため、 1mm の前記直線部分に前記文字を書き込むには、1ドットの大きさは、

$$1000(\mu\text{m}) \div (6[\text{ドット}] \times 12[\text{文字}]) = 13.89(\mu\text{m})$$

となる。従って、1ドットの平面方向の大きさは最大でも $13.89\mu\text{m}$ であって、それよりも小さいことが必要である。

10

【0038】しかるに、かかる微小なドットマークを刻印面から光学的に読み取ろうとする場合には、上記傾斜面の表面をそれ以上に平滑化する必要がある。更に、最近ではウェハWの周縁部の欠けや割れを防止するために、同周縁部の断面形状を図3(a)に示すように円弧状に形成されることが多い。この場合、ウェハWの厚さは、一般に $600\sim 800\mu\text{m}$ であるため、側面に文字高さ $50\mu\text{m}$ の文字をマーキングしようとする場合には、図5に示すように直径 $600\mu\text{m}$ の円形状における文字の最上部と最下部の高低差は $1\mu\text{m}$ 程度である。これらの事情を勘案すると、前記傾斜面(円弧面を含む。)の表面粗さRを $1\mu\text{m}$ 以下とする必要がある。その結果として、ほぼ平面部として綺麗なマークが可能となる。

【0039】本発明におけるマーキングは、ノッチ1の上半分に形成される傾斜面と下半分に形成される傾斜面の双方に又はそのいずれかに形成される。ウェハWの製造において、最終工程近くで、ウェハWの裏面全体を大きく研削してウェハ全体を薄くする工程がある。そのため、裏面へのマークは全て消えてしまうという問題が生じている。また更に、ウェハ表面へのマーキングは、CMP(化学的機械的研磨)工程で研磨され、徐々に浅くなり、遂にはかすれて読めなくなってしまうという問題も発生している。しかしながら、前記CMP工程における研磨作用の中心はスラリに含まれる微小砥粒による機械的研磨であるとされ、本発明のごとく傾斜面へのマーキングであれば直接的な機械的研磨作用は殆どなくなるため、この点からも傾斜面へのマーキングが望ましい。因みに、裏面の研削量は数百 μm 程度、表面の研磨量は数 μm である。従って、本発明にあっては、ピンとの干渉を回避することをも含めて、ノッチ1の上半分に形成される傾斜面のできるだけ表面に近い領域にマーキングを施すことが望ましい。

【0040】一方、ノッチ1の下半分に形成された傾斜面にマーキングを施すことによる有利性もある。前述のようにウェハ表面に刻印されたマークが、CMP(機械的研磨)工程で研磨され、徐々に浅くなり、遂にはかすれて読めなくなってしまうという問題が発生していることを考慮するとき、たとえ上半分の傾斜面であっても、CMP工程における影響を確実に回避するには、研磨液が回り込まないウェハWの下半分に形成された傾斜面にマーキングを施すことも有効である。ただ、前述のごとくウェハWの裏面が大きく研削されることを考慮したとき、以降に研削されることを踏まえて、ノッチ1の内壁面に形成する下半分の傾斜面を予めウェハWの表面側に偏位させて上記傾斜角度 θ をもって形成するようにしておけばよい。

【0041】以上のごとき寸法形態を備えたノッチ1の傾斜面にドットマークを刻印するには、既述したように平面の最大寸法が $13.89\mu\text{m}$ 、好ましくは $13\mu\text{m}$ 以下であることが必要である。かかる微小なドットマー

11

クは、本発明者等が先に開発した上記特願平 9-323080 号及び特願平 9-323081 号に開示されたレーザーマーキング方法により刻印が可能である。なお、本実施例にあってレーザー加工条件は、レーザービームが YAG レーザの第二高調波であり、加工光学系には前記出願に開示されたとおりの仕様である。従って、具体的には前記出願明細書に開示されているため、ここではその詳細な説明は省略し、レーザー加工の概略を説明するに止める。

【0042】図 6 において、符号 10 はレーザー発振器、20 はビームホモジナイザ、30 は液晶マスク、40 はビームプロファイル変換器、50 は結像レンズユニット、W は半導体ウェハである。ここで、半導体ウェハとはシリコンウェハのみならず、同ウェハ表面に酸化膜や窒化膜が形成されたもの、更にはエピタキシャル成長させた半導体ウェハ、ガリウム砒素、インジウムリン化合物などにより成膜された半導体ウェハ一般を総称するものである。

【0043】本実施例にあっては、レーザー発振器 10 から出射されるガウシアン形状のエネルギー密度分布を有するレーザー光を、まずビームホモジナイザ 20 を通して、尖頭値がほぼ均一なトップハット型のエネルギー密度分布形状 (B) に成形する。こうしてエネルギー密度分布が均一に成形されたレーザー光は、次いで液晶マスク 30 の表面に照射される。このとき、液晶マスク 30 は広く知られているように所要のマーキングパターンをマスク上に駆動表示することが可能であり、図 7 に示すごとく前記レーザー光は同パターン表示領域内の光透過可能な状態にあるドット部分を透過する。この各ドットごとに分割されて透過したのちの各透過光のエネルギー密度分布も、前記ビームホモジナイザ 20 により成形された形状 (B) と同一であって均一に分布されている。

【0044】本実施例にあって、前記液晶マスク 30 に 1 回で照射する領域は、ドット数で $5 \times 10 \sim 10 \times 10$ 個であり、これをレーザー光をもって一括照射するが、かかるドット数では必要とする全てのドットマーク数を満足し得ないことが多いため、マークパターンを数区画に分割して順次液晶マスクに表示させ、これを切り換えながら組み合わせて全体のマークパターンをウェハ表面に形成するようにしている。この場合、ウェハ表面に結像させるときはウェハ又は照射位置を当然に制御移動させる必要がある。かかる制御手法としては従来から公知とされている様々な手法が採用できる。

【0045】本実施例にあっては、上記液晶マスク 30 を通過したドット単位のレーザー光を、続いてビームプロファイル変換器 40 に照射する。このビームプロファイル変換器 40 は前記液晶マスク 30 のマトリックス状に配された個々の液晶に対応して同じくマトリックス状に配列されている。従って、液晶マスク 30 を透過したレーザー光は、1 対 1 に対応してドットごとに前記ビーム

12

プロファイル変換器 40 を通過して、ビームホモジナイザ 20 によりそれぞれに平滑化されたエネルギー密度分布のレーザー光が微小なドット形状を形成するに必要なエネルギー密度分布形状へと変換される。

【0046】ビームプロファイル変換器 40 を通過したレーザー光はレンズユニット 50 により絞られ、半導体ウェハ W の表面の所定の位置に照射され、同表面に必要なドットマーキングがなされる。ここで、ミクロン単位のマーキングを複数のウェハ表面に均一に形成しようとする場合には、そのマーキング面と集光レンズとの間の距離や光軸合わせをミクロン単位で調節する必要がある。本実施例によれば、焦点検出はレーザー顕微鏡などで一般に使用されている共焦点方式で高さ計測を行い、この値からレンズの縦方向の微小位置決め機構にフィードバックさせて、自動的に焦点の位置決めがなされる。また、光軸合わせや光学構成部品の位置決め及び調整は、一般的に知られた方法が採用され、例えば He-Ne レーザなどのガイド光を通じて、予め設定されている基準スポットに適合させるべくネジ調整機構などによって調整する。この調整は組立時に一回だけ行えばよい。

【0047】上記ビームホモジナイザ 20 は、例えばガウシアン形状のエネルギー密度分布をもつレーザー光を、平滑化されたエネルギー密度分布の形状に成形するための光学部品を総称する。この光学部品としては、例えばフライアイレンズやバイナリーオプティクス、シリンドリカルレンズを使用して、そのマスク面上に一括照射するか或いはポリゴンミラーやミラースキャナなどのアクチュエータによるミラー駆動によってマスク面上を走査させる方式がある。

【0048】上記ビームプロファイル変換器 40 は、前記ビームホモジナイザ 20 により平滑化されたエネルギー密度分布を本発明に特有のドット形状を得るために最適なエネルギー密度分布の形状に変換させるための光学部品であり、回折現象、屈折現象或いはレーザー照射ポイントにおける光透過率を任意に異ならせるなどして、入射レーザー光のエネルギー密度分布のプロファイルを任意の形状に変換するものである。

【0049】本発明にあって、微小なドットマークとは最大長さが $1 \sim 13 \mu\text{m}$ の寸法範囲にあり、ドットの凹凸高さが $0.01 \sim 5 \mu\text{m}$ にある。このような寸法のドットマークを形成するには、縮小レンズユニットの解像度などによる半導体ウェハ W の表面の照射ポイントにおける結像に崩れを生じさせないようにするため、上記液晶マスクの 1 ドット当たりの 1 辺長さが $50 \sim 2000 \mu\text{m}$ であることが必要である。更には、前記ビームプロファイル変換手段と前記液晶マスクとの配置間隔が余り大き過ぎても或いは小さ過ぎても、周辺の光線の影響を受け或いは光軸の不安定さの影響を受けて、半導体ウェハ表面の結像に乱れを生じやすい。そこで、本実施例にあっては、前記ビームプロファイル変換手段 40 と前記

13

液晶マスク30との配置間隔Xを前記液晶マスク30の1ドットの最大長さYの0～10倍に設定している。かかる範囲に前記配置間隔を規定することにより、ウェハ表面に照射される結像が鮮明なものとなる。

●使用フォント : 5×9シングルドットフォント、英数字18文字

●ドットサイズ : 1ドット 5μm

●マーキング領域 :

$$540(\mu\text{m}) = 5(\mu\text{m}/\text{ドット}) \times 6(\text{ドット}/\text{文字}) \times 18(\text{文字})$$

従って、本実施例では水平方向のマーキング領域は540μmとなり、既述したノッチ1の直線部分における寸法669μm内に納まっている。

【0051】以上の説明からも明らかなように、本発明によれば半導体ウェハ製造工程における全ての履歴情報をウェハ上に書き込むことができ、特に、ウェハ出荷直前の最終検査結果をマーキングしておくことにより、デバイスメーカーへ納入された後にも出荷時点のウェハ状態を即時に把握することができる。更に、本発明の半導体ウェハによれば、ウェハをカセットに収納した状態でノッチの傾斜面にレーザマークを刻印することも、或いはそれらのマークを読み取ることもできるため、従来のごとくカセット単位或いはロットごとの管理が不要となる。特に、マーキング領域がノッチの一部内壁面という極く微小な領域であるため、マークの読み取りに際しても格別に煩雑な操作が不要である。

【図面の簡単な説明】

【図1】ノッチ部の一部にマーキングがなされた本発明の半導体ウェハを示す説明図である。

【図2】ノッチの形状と同ノッチに挿入されるピンとの関係を示す平面図である。

【図3】半導体ウェハの周縁部の断面形状例を示す断面図である。

【図4】本発明の実施例におけるノッチ周縁部の断面形

14

*【0050】図8は、ウェハWのノッチ内壁面に形成された上述の傾斜面に刻印された実際のドットマークにより構成された英数字を示している。本実施例によるマーキング条件は以下のとおりである。

※状を示す断面図である。

【図5】ノッチ内壁面のマーキング領域内での壁面寸法差を示す平面図である。

【図6】本発明に適用される微小ドットマーキング装置とレーザビームのエネルギー密度分布（ビームプロファイル）の変換過程を模式的に示す説明図である。

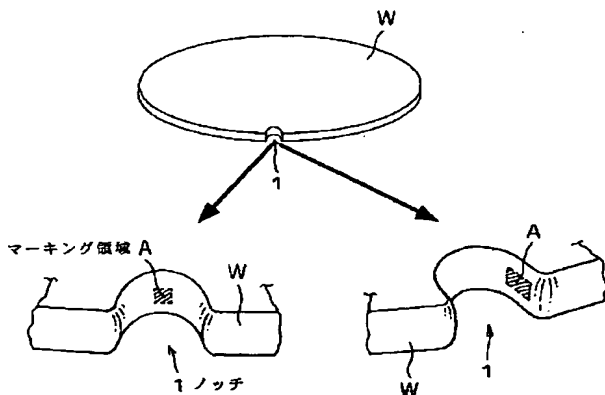
【図7】前記マーキング装置における液晶マスクの表示パターンに従って形成されるドットマークとレーザビームのエネルギー分布の変換過程を模式的に示す説明図である。

【図8】半導体ウェハのノッチ傾斜面に刻印されたドットマークによる英数字を示す平面図である。

【符号の説明】

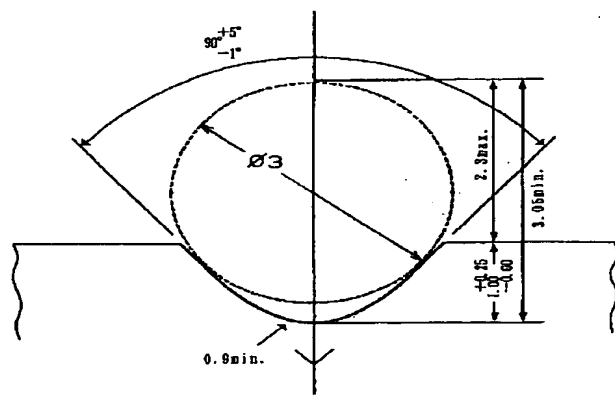
1	ノッチ
10	レーザ発振器
20	ビームホモジナイザ
30	液晶マスク
40	ビームプロファイル変換器
50	縮小レンズユニット
θ	ノッチ傾斜面の傾斜角度
L, L'	傾斜面の水平寸法
O, O'	傾斜面の開始端
T	ウェハの厚さ
A	マーキング領域

【図1】



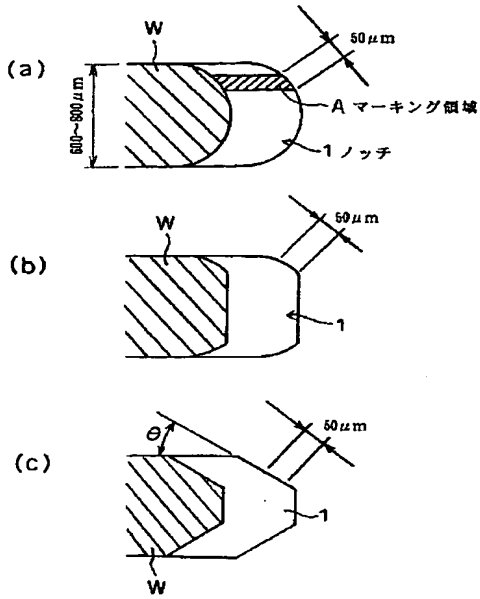
ノッチ部の一部にマーキングがなされた本発明の半導体ウェハを示す説明図

【図2】



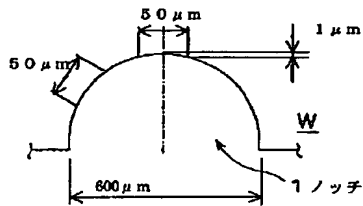
ノッチの形状と同ノッチに挿入されるピンとの関係を示す平面図

【図3】



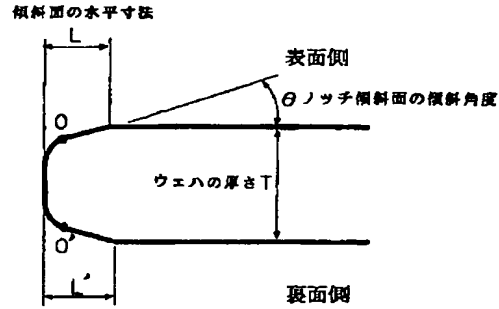
半導体ウェハの肩縁部の断面形状例を示す断面図

【図5】



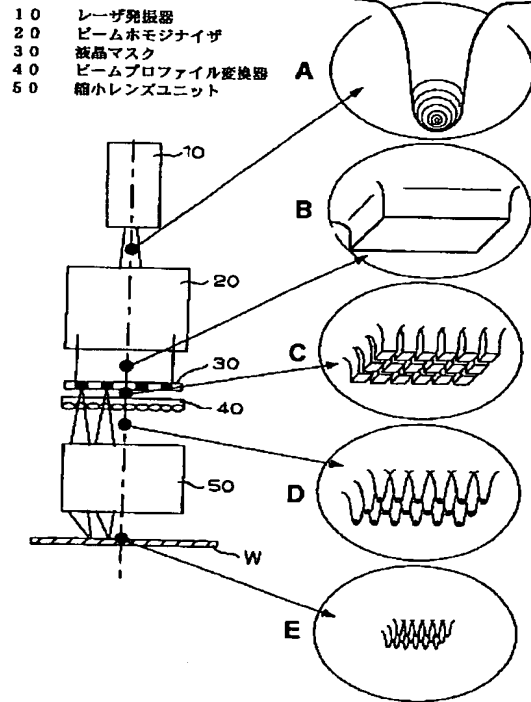
ノッチ内壁面のマーキング領域内での壁面寸法差を示す平面図

【図4】



本発明の実施例におけるノッチ肩縁部の断面形状を示す断面図

【図6】



【レーザー光のエネルギー密度分布】

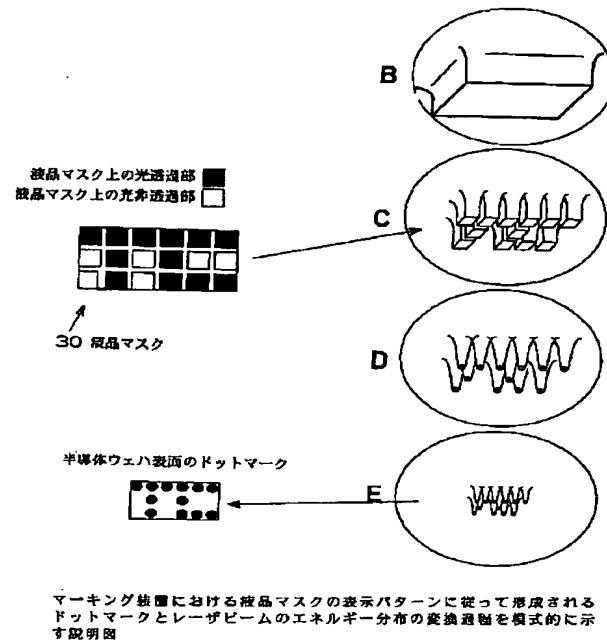
本発明に適用される微小ドットマーキング装置とレーザービームのエネルギー密度分布（ビームプロファイル）の変換過程を模式的に示す説明図

【図8】



半導体ウェハのノッチ傾斜面に刻印されたドットマークによる英数字を示す平面図

【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 佐藤 悦郎
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製
作所中央研究所内

(72) 発明者 田近 淳
神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金
属株式会社内